

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004年3月4日 (04.03.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/019091 A1

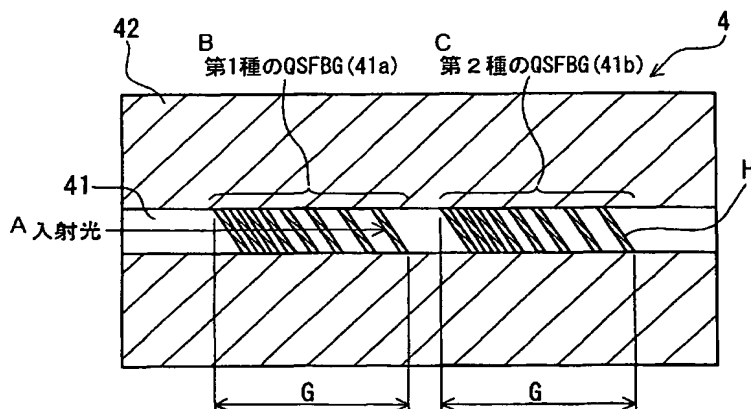
- (51) 国際特許分類: G02B 6/10
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/010571
- (22) 国際出願日: 2003年8月21日 (21.08.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2002-241798 2002年8月22日 (22.08.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 昭和電線電纜株式会社 (SHOWA ELECTRIC WIRE & CABLE CO., LTD.) [JP/JP]; 〒210-0843 神奈川県川崎市川崎区小田栄2丁目1番1号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 矢野 寛治 (SHISHIDO, Kanji) [JP/JP]; 〒210-0843 神奈川県川崎

- 市川崎区小田栄2丁目1番1号 昭和電線電纜株式会社内 Kanagawa (JP). 石川 宏 (ISHIKAWA, Hiroshi) [JP/JP]; 〒210-0843 神奈川県川崎市川崎区小田栄2丁目1番1号 昭和電線電纜株式会社内 Kanagawa (JP). 中村 雅弘 (NAKAMURA, Masahiro) [JP/JP]; 〒210-0843 神奈川県川崎市川崎区小田栄2丁目1番1号 昭和電線電纜株式会社内 Kanagawa (JP). 森田 和章 (MORITA, Kazuaki) [JP/JP]; 〒210-0843 神奈川県川崎市川崎区小田栄2丁目1番1号 昭和電線電纜株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 守谷 一雄 (MORIYA, Kazuo); 〒103-0023 東京都中央区日本橋本町3丁目1番13号 ロッソ和興ビル 守谷・渡部内外特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (国内): CA, CN, JP, KR, US.
- (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

[続葉有]

(54) Title: PSEUDO SLANT FIBER BRAGG GRATING, MULTIPLE SERIES FIBER BRAGG GRATING, OPTICAL FIBER TYPE COUPLER AND OPTICAL CONNECTOR

(54) 発明の名称: 擬スラント型ファイバブラッググレーティング、複数直列型ファイバブラッググレーティング、光ファイバ型カプラおよび光コネクタ



A...INCIDENT LIGHT
B...QSFBG (41a) OF FIRST KIND
C...QSFBG (41b) OF SECOND KIND

(57) Abstract: An optical fiber (4) having a clad diameter of 125 μm is made by adding Ge to a core (41) having a core diameter of 8 μm and a relative index difference of 0.3% and two refractive index grating parts (41a, 41b) having a slant angle of 2° are formed in series in the optical fiber (4) by a phase mask method using KrF excimer laser ($\lambda = 248 \text{ nm}$). The central period (2 Λ) of the phase mask of a chirped grating is 1140 nm, the chirp rate (C) of the period is 1.2 nm/mm, the length (G) of the first and second index grating parts (41a, 41b) is 8 mm, the effective refractive index of the first and second index grating parts (41a, 41b) is 1.447, the refractive index modulation is 3×10^{-3} , and the gap between the first and second index grating parts (41a, 41b) is 1 mm.

[続葉有]

WO 2004/019091 A1



添付公開書類:
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

コア径 $8\text{ }\mu\text{m}$ 、比屈折率差 0.3% のコア 41 に、Ge を含有させてクラッド径 $125\text{ }\mu\text{m}$ の光ファイバ 4 を作製し、この光ファイバ 4 に、KrF エキシマレーザ ($\lambda = 248\text{ nm}$) を用いて位相マスク法により、スラント角が 2° の二つの屈折率格子部 41 a、41 b を直列に形成した。ここで、チャープト・グレーティングの位相マスクの中心ピリオド (2Λ) は、 1140 nm 、ピリオドのチャープ率 (C) は 1.2 nm/mm 、第 1、第 2 の屈折率格子部 41 a、41 b の長さ (G) は 8 mm 、第 1、第 2 の屈折率格子部 41 a、41 b の実効屈折率 (N) は 1.447 、屈折率変調は 3×10^{-3} で、第 1、第 2 の屈折率格子部 41 a、41 b 間の間隙は 1 mm とされている。

明細書

擬スラント型ファイバブラッググレーティング、複数直列型ファイバブラッググレーティング、光ファイバ型カプラおよび光コネクタ

5 技術分野

本発明は、擬スラント型ファイバブラッググレーティング、複数直列型ファイバブラッググレーティング、光ファイバ型カプラおよび光コネクタに係わり、特に、WDM (Wavelength Division Multiplexing : 波長分割多重) 伝送システムにおいて、重畳する信号群から所望の信号光を
10 分離する場合等に有用な擬スラント型ファイバブラッググレーティング、複数直列型ファイバブラッググレーティング、光ファイバ型カプラおよび光コネクタに関する。

背景技術

15 近年、大容量情報を伝送するシステムとして、WDM伝送システムが注目されている。このWDM伝送システムは、1本の光ファイバに複数波長の信号光や試験光を多重伝送するもので、送信側では各信号光や試験光を合波する光合波器を、受信側では各信号光を分離する光分波器や不要信号光を遮断する光ブロッキング・フィルタを使用する必要がある。

20 従来、このような光合波器、光分波器および光ブロッキング・フィルタとしては、誘電体多層膜フィルタやファイバブラッググレーティング（以下「FBG」という。）などによる方式が使用されている。

しかしながら、誘電体多層膜フィルタによる方式においては、誘電体多層膜フィルタを光ファイバ間に挿入しこれを接着剤で固定し、若しくはコネクタ間に挟
25 み込んで使用するものであるため、過酷な温度環境下において故障を生ずる虞があり、また特性が変化する虞があった。

また、FBGによる方式においては、遮断帯域10～20nm、遮断量20dB程度のチャープトFBGが実用化されているものの、ニーズが高まっている高遮断量（遮断量：40dB以上）のフィルタを実用化することができず、ひいて

はシステム設計の自由度を向上させることができないという難点があった。

ここで、チャープト F B G 方式で高遮断量を達成する方法としては、①チャープ率（格子間隔 Λ の変化率）を緩やかにする方法（以下「低チャープ率 F B G 法」という。）や、②遮断量が 2 ～ 3 0 d B 程度の同一構成の二つのチャープト F B G を 2 段直列に形成する方法（以下「2 段連結法」という。）などが案出されている。

しかしながら、①の低チャープ率 F B G 法においては、収納スペースの制約から十分なグレーティング長を確保することが困難であり、現実的には実施可能な C h i r p 率に下限がある。例えば、S C 形光 P A D コネクタ中に F B G を実装する場合、ファイバグレーティング長を約 2 0 m m 以下にする必要があるが、この長さで所要帯域（1 0 ～ 2 0 n m 以上）を得るのに必要なチャープ量では遮断量が 4 0 d B 以上の F B G を量産することは困難である。また、一つのチャープト F B G（以下「1 段の F B G」という。）では、B r a g g 波長近傍の帯域外反射が比較的大きいため、使用可能な帯域が制限されるという難点があった。

一方、光軸に対してグレーティングが斜方向（スラント角：概ね 4° ）に作製されたいわゆるスラント型ファイバブラッググレーティング（以下「S F B G」という。）による方式も案出されているが、かかる S F B G による方式においては、通常のシングルモードファイバを使用すると、クラッド（または放射）モード（以下、単に「クラッドモード」という。）への結合効率が低く、十分な帯域遮断量を得ることが困難である。従って、かかる S F B G による方式で高遮断量を確保するためには、信号光のコアへの閉じ込め作用の小さい専用のファイバ、すなわちシングルモードファイバより比屈折率差（ Δ ）の小さいファイバ等を使用しなければならないという難点がある。

次に、②の 2 段連結法においては、二つのチャープト F B G 間で多重反射（F a b r y - P e r o t 共振）が発生するという難点がある。すなわち、F B G の B r a g g 波長と一致する波長の光の大半は、光の入射方向に対して上流側に配設される F B G（以下「前段の F B G」という。）によって反射するが、すなわち光パワーが逆方向の基本モードに結合されるが、一部は前段の F B G を透過することになる。そして、透過した光の大半は、光の入射方向に対して前段の F B

Gより下流側に配設されるF B G（以下「後段のF B G」という。）と前段のF B Gとの間で多重反射を受けることになる。これにより、二つのF B G間でF a b r y - P e r o t共振が発生し、スペクトル特性にビートが発生し、遮断特性が低下するという難点がある。

- 5 ここで、多重反射（F a b r y - P e r o t共振）の発生を防止する方法として、S F B Gを使用する方式も案出されているが、かかる方式においては、前述のように使用帯域が狭くなるなどの弊害があり、また、線路監視光を遮断する目的で用いる場合など、F B G部分で積極的に反射が発生させる必要がある場合においては、反射率が低いため使用できないという難点がある。
- 10 本発明は、上述の難点を解決するためになされたもので、1段のF B Gで、F B GとS F B Gの間隔的な特性を有すると共に、F B Gの機能とS F B Gの機能の複合により高い遮断量を確保でき、またF B Gの2段連結の場合に生じる多重反射をクラッドモードに変換し、ひいてはビートの発生を抑制することができる擬スラント型ファイバブラッググレーティング（Q u a s i S l a n t e d F
- 15 i b e r B r a g g G r a t i n g s）（以下「Q S F B G」という。）、複数直列型ファイバブラッググレーティング（以下「複数直列型F B G」という。）、光ファイバ型カップラおよび光コネクタを提供することを目的としている。

発明の開示

- 20 このような目的を達成するため、本発明のQ S F B Gは、光ファイバのコアに、ファイバ主軸に対してグレーティングの格子ベクトルが傾斜する如く作成され、入射光を90%以上の反射率で選択的に反射し、かつクラッドモードへの結合による損失を5 d B未満にする第1の屈折率格子部を備えている。

- 25 また、本発明のQ S F B Gは、光ファイバのコアに、ファイバ主軸に対してグレーティングの格子ベクトルが傾斜する如く作成され、入射光を10%以上の反射率で選択的に反射し、かつクラッドモードへの結合による損失を5 d B以上にする第2の屈折率格子部を備えている。

これらの本発明のQ S F B Gによれば、B r a g g反射した光を基本モード（逆方向）に結合させるF B Gと、クラッドモードに結合させるS F B Gの中間

的な特性を有すると共に、F B Gの機能とS F B Gの機能の複合により高い遮断量を確保できる。

本発明の複数直列型F B Gは、光ファイバのコアに、ファイバ主軸に対してグレーティングの格子ベクトルが平行になる如く作成され、入射光を実質的に100%の反射率で選択的に反射し、かつクラッドモードへの結合による損失を5 dB未満にする第3の屈折率格子部が形成され、この第3の屈折率格子部と直列に、ファイバ主軸に対してグレーティングの格子ベクトルが傾斜する如く作成され、入射光を10%未満の反射率で選択的に反射し、かつクラッドモードへの結合による損失を5 dB以上にする第4の屈折率格子部、前述の第1の屈折率格子部または第2の屈折率格子部の少なくとも何れか一つの屈折率格子部が形成されている。

また、本発明の複数直列型F B Gは、光ファイバのコアに、前述の第4の屈折率格子部が形成され、この第4の屈折率格子部と直列に、前述の第1～第4の屈折率格子部の少なくとも何れか一つの屈折率格子部が形成されている。

さらに、本発明の複数直列型F B Gは、光ファイバのコアに、前述の第1の屈折率格子部が形成され、この第1の屈折率格子部と直列に、前述の第1～第4の屈折率格子部の少なくとも何れか一つの屈折率格子部が形成されている。

また、本発明の複数直列型F B Gは、光ファイバのコアに、前述の第2の屈折率格子部が形成され、この第2の屈折率格子部と直列に、前述の第1～第4の屈折率格子部の少なくとも何れか一つの屈折率格子部が形成されている。

これらの本発明の複数直列型F B Gによれば、多重反射光がクラッドモードに高効率に結合する機能を備え、さらに、基本モード（逆方向）への結合とクラッドモードへの結合の複合により、従来のF B GやS F B Gより遮断特性を向上させることができる。

また、本発明の複数直列型F B Gは、光ファイバのコアに、所定のスラント角を有する前述の第1の屈折率格子部または第2の屈折率格子部が形成され、当該屈折率格子部と直列に、前述のスラント角と逆符号のスラント角を有する前述の第1の屈折率格子部または第2の屈折率格子部が形成されている。

本発明の複数直列型F B Gによれば、多重反射光を高効率でクラッドモードに

変換させ、より一層遮断特性を向上させることができる。

次に、本発明の光ファイバ型カプラは、ポートを備えており、かかるポートは、前述のQ S F B Gまたは複数直列型F B Gの何れかを備えている。

5 本発明の光ファイバ型カプラによれば、光ファイバ型カプラを構成するCOMポートに、Q S F B Gまたは複数直列型F B Gを備えていることから、高い遮断量を確保することができると共に、WDM伝送システムを簡易にかつ安価に構築することができる。

また、本発明の光コネクタは、光コネクタ中に、前述のQ S F B Gまたは複数直列型F B Gの何れかが実装されている。

10 本発明の光コネクタによれば、本発明に係るQ S F B Gまたは複数直列型F B Gがフェルールに実装されプラグタイプとされていることから、高い遮断量を確保することができると共に、当該光コネクタを光伝送路に配設された他のコネクタに着脱自在に接続することができ、ひいては、WDM伝送システムを簡易にかつ安価に構築することができる。十分な帯域遮断量を確保することができる。

15

図面の簡単な説明

図1は、本発明の第1の実施例に係るQ S F B Gの縦断面図である。

図2は、本発明の第1の実施例に係るQ S F B Gの透過特性を示す説明図である。

20 図3は、本発明の第2の実施例に係る複数直列型F B Gの縦断面図である。

図4は、本発明の第2の実施例に係る複数直列型F B Gの反射特性を示す説明図である。

図5は、本発明の複数直列型F B Gの他の実施例に係る縦断面図である。

図6は、本発明の複数直列型F B Gの他の実施例に係る縦断面図である。

25 図7は、本発明の光ファイバ型カプラの模式図である。

図8は、本発明の光ファイバ型カプラの製造手順を示す説明図で、図8(a)は2本の光ファイバ心線の一方に第1、第2の屈折率格子部を設けた状態を示す説明図、図8(b)は2本の光ファイバを融着延伸して光分岐結合部を形成した状態を示す説明図、図8(c)は他方の光ファイバ心線の一部を切除した状態を

示す説明図、図 8 (d) は光分岐結合部をパッケージ化した状態を示す側面図、
図 8 (e) は図 8 (d) の A-A 線断面図である。

図 9 は、本発明の光ファイバ型カプラの遮断特性を示す説明図で、図 9 (a)
は、従来の光ファイバ型カプラの遮断特性を示す説明図、図 9 (b) は本発明の
5 光ファイバ型カプラの遮断特性を示す説明図である。

図 10 は、本発明の光ファイバ型カプラを映像配信不要の F T T H システムに
適用したシステム構成図である。

図 11 は、図 10 のシステム構成に含まれる本発明の光ファイバ型カプラを従
来の WDM カプラに交換することにより構成できる、映像配信が必要な F T T H
10 システム構成図である。

図 12 は、本発明の光コネクタの縦断面図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の Q S F B G、複数直列型 F B G、光ファイバ型カプラおよび光
15 コネクタの好ましい実施の形態例について、図面を参照して説明する。

図 1 は、本発明の第 1 の実施例に係る Q S F B G の縦断面図を示している。同
図において、本発明の Q S F B G は、石英系ガラスを主成分とするコア 41 と、
このコア 41 の外周に設けられ、コア 41 よりも屈折率の小さいクラッド 42
とから成る光ファイバ 4 を備えており、当該コア 41 には次のようにして、
20 光軸に沿ってグレーティング間隔が徐々に変化し、かつファイバ主軸に対してグ
レーティングの格子ベクトルが傾斜する如く作製される第 1 の屈折率格子部 41
a または第 2 の屈折率格子部 41 b が形成されている。すなわち、光ファイバ 4
の外側に位相マスク（不図示）を光ファイバ 4 の軸線に対して斜めに配置し、こ
の位相マスクの外側から紫外光（不図示）を照射する。これにより、コア 41 の
25 所定箇所に光軸に沿ってグレーティング間隔が徐々に変化し、かつファイバ主軸
に対してグレーティングの格子ベクトルが傾斜する如く第 1 の屈折率格子部 41
a または第 2 の屈折率格子部 41 b が形成される。

なお、第 1 の屈折率格子部 41 a または第 2 の屈折率格子部 41 b は、光の伝
搬方向に沿って長波長側領域から短波長側領域に徐々に変化するように設け

ることが望ましい。これにより、長波長領域側から入射する信号光は、グレーティングにおいてクラッドモードに変換され、当該反射光がコア中に伝搬されず、遮断領域の反射を抑制することができる。

以上のQ S F B Gは、具体的には次のようにして製作される。

- 5 すなわち、コア径 $8\mu\text{m}$ 、比屈折率差 0.3% のコア41に、Geを含有させてクラッド径 $125\mu\text{m}$ の光ファイバ4を作製し、この光ファイバ4に、Arイオンレーザ第二高調波($\lambda=244\text{nm}$)を用いて位相マスク法により、スラント角(θ)が 2° のQ S F B Gを形成した。ここで、チャープト・グレーティングの位相マスクの中心ピリオド(2Λ)は、 1076nm 、ピリオドのチャープ率(C)は 0.56nm/mm 、第1、第2の屈折率格子部41a、41bの長さ(G)は 20mm 、第1、第2の屈折率格子部41a、41b中の実効屈折率(N)は 1.447 、屈折率変調は 3×10^{-3} とされている。
- 10

- 上記の実施例において、スラント角(θ)が $0.2\sim 2^\circ$ で、遮断量が 10dB 以上の場合において、入射光を 90% 以上の反射率で反射させ、かつクラッドモードへの結合による損失を 5dB 未満にするための第1の屈折率格子部41aを有するQ S F B Gを第1種のQ S F B Gといい、スラント角が $1\sim 3^\circ$ で、遮断量が 10dB 以上の場合において、入射光を 10% 以上の反射率で反射させ、かつクラッドモードへの結合による損失を 5dB 以上にするための第2の屈折率格子部41bを有するQ S F B Gを第2種のQ S F B Gという。なお、スラント角(θ)とは、入射光が屈折率の高い領域(H)で反射する場合のファイバ軸ベクトル(入射光)と格子ベクトルとのなす角をいう。
- 15
- 20

- ここで、第1種のQ S F B Gにおいて、反射率を 90% 以上としたのは、通常のF B G(第3の屈折率格子)と同程度の反射(実質的に全反射)をさせるためである。また、第1種のQ S F B Gにおいて、クラッドモードへの結合による損失を 5dB 未満としたのは、通常のF B Gで見られるクラッドモードへの結合による損失と同程度とするためである。さらに、第2種のQ S F B Gにおいて、反射率を 10% 以上としたのは、「反射」を機能として利用できるようにするためである。また、第2種のQ S F B Gにおいて、クラッドモードへの結合による損失を 5dB 以上としたのは、通常のF B Gで見られるクラッドモードへの結合に
- 25

よる損失よりも大きくするためである。

以上のFBG、第1種または第2種のQSFBGおよびSFBG（以下「FBG群」という。）の単体の反射率は、JISC5901⁻²⁰⁰¹光伝送用受動部品試験方法の6. 5項で規定する方法1（光ブランチングデバイスを用いる方法）

- 5 または方法2（光サーキュレータと全反射終端を用いる方法）において、光源にASE（Amplified Spontaneous Emission）光源、SLD（Super Luminescence Diode）光源、ELED（Edge Emission Light-emitting Diode）光源等の高出力の広帯域光源若しくは低SSE（Source Spontaneous Emission）の波長可変レーザ光源を用い、パワーメータとして波長特性を計測できる光スペクトラムアナライザを用いることにより測定することができる。なお、方法2においては、全反射終端に代えて既知の反射率を有する終端器を用いてもよい。また、FBG群の単体のクラッドモードへの結合による損失については、Chirpを有する広帯域のFBG群の場合には、次式により求めることができる。
- 10

$$CML = (RL_2(\lambda) - RL_1(\lambda)) / 2$$

CML(λ) : クラッドモードへの結合による損失

RL₁(λ) : Chirp方向に（格子間隔の短い方から）試験光を入射して得た反射減衰量（スペクトル）

- 20 RL₂(λ) : Chirp方向の逆に（格子間隔の長い方から）試験光を入射して得た反射減衰量（スペクトル）

上式において、両測定値の差はクラッドモードへの結合による損失の寄与を示す。すなわちクラッドモードへの結合による損失はBragg波長より数nm短い波長領域に発生するため、Chirp方向から試験光を入射する場合にはクラッドモードへの結合による損失を受けることなくBragg反射されるが、逆方向から入射する場合にはその波長のBragg反射点に至るまでの間にクラッドモードへの結合による損失を受けるため（その波長よりも数nm長いBragg波長の領域、すなわちその波長にクラッドモードへの結合による損失を与える領域を通過するので、クラッドモードへの結合による損失を受ける）、両測定値の

25

差はクラッドモードへの結合による損失の寄与を示すことになる。なお、2で除したのは、反射測定であるため試験光はクラッドモードへの結合による損失を与える区間を往復しており、クラッドモードへの結合による損失の効果を二重に受けているためである。

- 5 以上の第1の実施例に係る第1種、第2種のQSFBGによれば、通常のFBGと従来のSFBGの中間的な特性を有し、また、通常のFBGの機能、すなわち、基本モードで伝搬する入射光を逆方向の基本モードに変換（反射）する機能と、従来のSFBGの機能、すなわち、反射光をクラッドモードに結合させる機能との複合により高い遮断量を確保することができる。特に、第2種のQSFBGにおいては、基本モードへの結合とクラッドモードへの結合の複合作用により、
10 FBGやSFBGよりも高い遮断特性を有する。

- 図2は、従来のFBGおよびSFBGと、本発明における第1の実施例に係る第2種のQSFBGの透過スペクトル、すなわち入力波長（nm）と透過率（dB）との関係を示している。同図において、細線W1はスラント角（ θ ）が 0° の従来のFBGを、太線W2はスラント角（ θ ）が 2° の本発明の第2種のQSFBGを、点線W3はスラント角（ θ ）が 4° の従来のSFBGの特性を示している。同図より、本発明の第2種のQSFBGは、 $1550 \sim 1565$ nmの帯域において、 $40 \sim 80$ dB程度の範囲で光信号を遮断できることが分かる。

- 図3は、本発明の第2の実施例に係る複数直列型FBGの縦断面図を示している。なお、同図において、図1と共通する部分には同一の符号を付して詳細な説明を省略する。図3において、本発明の複数直列型FBGは、石英系ガラスを主成分とするコア41と、このコア41の外周に設けられ、コア41よりも屈折率の小さいクラッド42とから成る光ファイバ4を備えており、当該コア41には次のようにして、前述の第1種、第2種のQSFBG（第1、第2の屈折率格子部41a、41b）が直列に形成されている。すなわち、第1の実施例と同様に、光ファイバ4の外側に位相マスクを光ファイバ4の軸線に対して斜めに配置し、この位相マスクの外側から紫外光を照射する。これにより、コア41の所定箇所に第1種のQSFBG（第1の屈折率格子部41a）が形成される。次いで、この状態で光ファイバ4を軸方向にずらして、前述と同様に紫外

光を照射することにより、第2種のQ S F B G（第2の屈折率格子部4 1 b）が形成される。

ここで、第1種、第2種のQ S F B G（第1、第2の屈折率格子部4 1 a、4 1 b）は、第1の実施例と同様に、それぞれ光の伝搬方向に沿って長波長側領域から短波長側領域に徐々に変化するように設けられており、第1種のQ S F B G（第1の屈折率格子部4 1 a）と第2種のQ S F B G（第2の屈折率格子部4 1 b）との間には、1 mm程度の平坦領域（グレーティングが書き込まれない領域）が設けられている。

以上の第2の実施例に係る複数直列型F B Gは、具体的には次のように製作される。

すなわち、コア径 $8\ \mu\text{m}$ 、比屈折率差 0.3% のコア4 1に、Geを含有させてクラッド径 $125\ \mu\text{m}$ の光ファイバ4を作製し、この光ファイバ4に、KrFエキシマレーザ（ $\lambda = 248\ \text{nm}$ ）を用いて位相マスク法により、スラント角（ θ ）が 2° の第1種、第2種のQ S F B G（第1、第2の屈折率格子部4 1 a、4 1 b）を直列に形成した。ここで、チャープト・グレーティングの位相マスクの中心ピリオド（ 2Λ ）は、 $1140\ \text{nm}$ 、ピリオドのチャープ率（C）は $1.2\ \text{nm/mm}$ 、第1種、第2種のQ S F B G（第1、第2の屈折率格子部4 1 a、4 1 b）の長さ（G）は $8\ \text{mm}$ 、第1種、第2種のQ S F B G（第1、第2の屈折率格子部4 1 a、4 1 b）中の実効屈折率（N）は 1.447 、屈折率変調は 3×10^{-3} とされている。なお、前述の実施例においては、第1種、第2種のQ S F B G（第1、第2の屈折率格子部4 1 a、4 1 b）間の間隔を $1\ \text{mm}$ にしているが、 $200\ \text{mm}$ 以下、具体的には、数～数十ミリとしてもよい。

以上の第2の実施例に係る複数直列型F B Gによれば、従来のF B GやS F B Gよりも高い遮断特性を有し、高反射率を確保することができ、さらに多重反射光をクラッドモードに高効率に変換し、ビート発生を抑制することができる。特に、後述するように、二つの第2種のQ S F B Gを2段連結した場合においては、より一層高い遮断特性を有する。

図4は、第2の実施例に係る複数直列型F B Gの反射スペクトル、すなわち入力波長（nm）と反射率（dB）との関係を示している。

同図において、細線W4は従来のFBG（1段のFBG）を、太線W5は第2の実施例に係る複数直列型FBGを示している。同図から、本発明の複数直列型FBGにおいては、1540～1560nmの帯域の信号が100%近く反射される一方、Bragg波長近傍の帯域外反射が小さいことが分かる。

- 5 以上の実施例においては、スラント角（ θ ）が 2° の二つのQSFBGを2段連結した場合について述べているが、後述するように、FBG、SFBG、第1種、第2種のQSFBGを組合せて2段連結してもよい。

表1は、FBG、SFBG、第1種、第2種のQSFBGを2段連結する場合の組合せの態様とその機能を示している。

10 【表1】

試料番号	前段	後段	遮断量	反射率	多重反射
1	FBG	FBG	中	高	有
2	FBG	第1種のQSFBG	中	高	無
3	FBG	第2種のQSFBG	中～大	高	無
4	FBG	SFBG	中	高	無
5	第1種のQSFBG	FBG	中	高	無
6	第1種のQSFBG	第1種のQSFBG	中	高	無
7	第1種のQSFBG	第2種のQSFBG	中～大	高	無
8	第1種のQSFBG	SFBG	中	高	無
9	第2種のQSFBG	FBG	中～大	高	無
10	第2種のQSFBG	第1種のQSFBG	中～大	高	無
11	第2種のQSFBG	第2種のQSFBG	大	高	無
12	第2種のQSFBG	SFBG	中～大	高	無
13	SFBG	FBG	中	低～中	無
14	SFBG	第1種のQSFBG	中	低～中	無
15	SFBG	第2種のQSFBG	中～大	低～中	無
16	SFBG	SFBG	中	低	無

表1から、試料番号2～16において、FBGの2段連結の場合に生じる多重反射をクラッドモードに結合できることが分かり、特に、試料番号3、7、9～12においては、他の試料番号より、さらに遮断量および反射率が高いことが分かる。

- 15 ここで、主なFBGの2段連結の特性をみると、先ず、試料番号1、すなわち同一設計の二つのFBGを直列に形成した場合においては、遮断量が中で、反射率が高いものの、前段のFBGと後段のFBG間で多重反射を受け、F a b r

y-Perot共振が発生し、ひいてはスペクトル特性にリップルが現れるという難点がある。また、試料番号16、すなわち同一構成の二つのSFBGを直列に形成した場合においては、遮断量が中で、二つのSFBG間で多重反射を受けないものの、SFBG自身が基本モードをクラッドモードに変換させる作用を有しているため、基本モードへ殆ど結合されず、ひいては反射率が低くなる。この低反射率は、反射が好ましくない伝送システムでは利点となるが、線路監視システムにおいて線路監視光などの反射を積極的に利用する伝送システムでは欠点となる。なお、通常のシングルモードファイバを使用してSFBGを作成する場合、クラッドモードへの結合効率を高くすることは困難であり、高い遮断量の確保は困難である。

次に、試料番号4、すなわち、前段にFBGを、後段にSFBGを直列に形成した場合においては、高反射率が得られるため反射光を必要とする伝送システムでは有利になるものの、後段のSFBGの帯域幅が狭いため、全体的に使用可能な帯域が制限される。

続いて、試料番号2、すなわち図5に示すように、前段にFBGを後段に第1種のQSFBGを直列に形成した場合においては、前述の試料番号4と同様に高反射率が得られるため反射光を必要とする伝送システムでは有利になる。また、後段に第1種のQSFBGが連結されているため、多重反射光をクラッドモードに高効率に変換し、ビート発生を抑制できる点で有利になる。すなわち、FBGのBragg波長と一致する波長の光の大半は、図5に示すように、前段のFBGによって反対方向の基本モードに結合されるが、一部は前段のFBGを透過し、かかる透過光は後段の第1種のQSFBGにおいて反射し、この反射光が入射方向と $\pi - 2\theta$ (θ は「スラント角」)の角度をなす方向に反射され、さらにこの反射光が前段のFBGでクラッドモードに高効率に変換され、ひいてはビート発生が抑制される。また、試料番号6、すなわち同一設計の二つの第1種のQSFBGを直列に形成した場合も、前述の試料番号4と同様に高反射率が得られるため反射光を必要とする伝送システムでは有利になる。

また、試料番号11、すなわち同一設計の二つの第2種のQSFBGを2段連結した場合においては、前述の試料番号6と同様に高反射率が得られ、ビートも

抑制され、さらにBragg反射とクラッドモードの結合との複合作用により、他のFBGの2段連結より、より一層高遮断量を得ることができる。

ここで、試料番号11において、前段の第2種のQSFBGと後段の第2種のQSFBGのスラント角(θ)の関係を最適にすると、具体的には、図6に示すように、前段の第2種のQSFBGのスラント角(θ)を概ね 2° にし、後段の第2種のQSFBGのスラント角(θ)を逆符号(概ね -2°)にすると、多重反射光が効率良くクラッドモードに結合されるため、相乗的に遮断特性をより一層向上させることができる。

なお、前述の第2の実施例においては、FBGの2段連結について述べているが、必要により、FBGを3段以上連結してもよい。

図7は、第2の実施例に係る複数直列型FBGを用いた光ファイバ型カプラの模式図を示している。なお、同図において、図3と共通する部分に同一の符号を付して詳細な説明を省略する。

図7において、本発明の光ファイバ型カプラ5は、上り信号(1260~1360nm)と下り信号(1480~1580nm)を合分波するカプラ本体51と、カプラ本体51の入力側に装備されるCOMポート52と、カプラ本体の出力側に装備される第1、第2のOUTポート53、54とを備えている。ここで、COMポート52を構成する光ファイバ心線の先端部には第1のコネクタ56が取り付けられており、また、第1のOUTポート53(以下、「1.55ポート」という。)を構成する光ファイバ心線の先端部には後述するPD(Photo Diode)に接続される第2のコネクタ57が、第2のOUTポート54(以下、「1.3ポート」という。)を構成する光ファイバ心線の先端部には後述するLD(Laser Diode)に接続される第3のコネクタ58が取り付けられている。

このような構成の光ファイバ型カプラ5は、図8に示すようにして製造することができる。なお、同図において、図3および図7と共通する部分には同一の符号が付されている。

まず、図8(a)に示すように、シングルモードの光ファイバの周囲に樹脂を被覆した2本の光ファイバ心線4a、4bを用意し、一方の光ファイバ心線4a

のコアに前述と同様の方法により、第1、第2の屈折率格子部41a、41bを直列に形成する。そして、2本の光ファイバ心線4a、4bの中間部の樹脂被覆を所定の長さに亘って除去して光ファイバ4a'、4b'を露出させる。

5 次いで、2本の光ファイバ4a'、4b'をマイクロバーナ装置などで熔融しながら融着延伸し所定の分岐比のところで延伸を止める。これにより、図8(b)に示すように、光分岐結合部6およびその両側から延出する第1～第4の光ファイバ部6a～6dが得られる。ここで、図8(c)に示すように、第2の光ファイバ部6bに連設される他方の光ファイバ4b'を切除する。

次に、図8(d)(e)に示すように、光分岐結合部6および第1～第4の光
10 ファイバ部6a～6dを純石英などから成るパッケージ基盤61に設けられた溝61aに収納するとともに、第1～第4の光ファイバ部6a～6dを接着剤62a、62bを介してパッケージ基盤61に固定し、これをステンレス管63などに収納する。なお、ステンレス管63の外周には必要により収縮チューブなどの保護チューブ64が設けられる。これにより、COMポート52、1.55ポ
15 ト53および1.3ポート54を有する光ファイバ型カップラ5を得ることができる。

図9(a)は、従来の光ファイバ型カップラの遮断特性を、図9(b)は本発明の光ファイバ型カップラの遮断特性を示している。なお、図9(a)(b)において、細線は1.3ポートの遮断特性を、太線は1.55ポートの遮断特性を示し
20 ている。

図9(a)から、従来の光ファイバ型カップラにおいては、1.3ポートでは1.3nm帯域の信号を100%近く透過している一方、1.55nm帯域では信号を透過しておらず、また、1.55ポートでは1.55nm帯域の信号を100%近く透過している一方、1.3nmの帯域では殆ど信号を透過していないことが分
25 かる。

また、図9(b)から、本発明の光ファイバ型カップラにおいては、1.3ポートでは、従来の光ファイバ型カップラと同様の遮断特性を有しているものの、1.55ポートでは、1.3nm帯域の信号を殆ど透過しておらず、また、1.55nm帯域では信号が切り出されていることが分かる。

なお、前述の実施例においては、第2の実施例に係る複数直列型FBGを用いた場合について述べているが、第1の実施例に係る第1種のQSFBGまたは第2種のQSFBGを用いてもよい。

図10は、本発明の光ファイバ型カプラをFTTB (Fiber To The Building) の光加入者アクセスシステムに適用した場合のWDM伝送システムの構成図を示している。なお、図10および後述の図11において、図3、図7および図8と共通する部分には同一の符号を付して詳細な説明を省略する。

図10において、WDM伝送システムは、局側に設けられる光回線終端装置 (Optical Line Terminal) (以下「OLT」という。) 1と、加入者側に設けられる複数の光ネットワーク装置 (Optical Network Unit) (以下「ONU」という。) 2と備えており、OLT1と各ONU2間はシングルモード光ファイバ心線などから成る光伝送路3で接続されている。なお、図10および後述する図11においては、説明を簡単にするため、1台のONU2のみが図示されている。

OLT1は、1. 3 μ m帯域の上り信号を受信する受信用のPD (以下「局側PD」という。) 11と、1. 49 μ m帯域の下り信号を送信する送信用のLD (以下「第1の局側LD」という。) 12と、1. 55 μ m帯域の下り信号を送信する送信用のLD (以下「第2の局側LD」という。) 15と、上り下りの2波長を合分波するWDMカプラ (以下「局側WDMカプラ」という。) 13と、PLC (平面光導波路) スプリッタ14と、カプラ16とを備えている。また、ONU2は、1. 49 μ m帯域の下り信号を受信する受信用のPD (以下「第1の加入者側PD」という。) 21と、1. 3 μ m帯域の上り信号を送信する送信用のLD (以下「加入者側LD」という。) 22と、本発明の光ファイバ型カプラ (以下「加入者側WDMカプラ」という。) 5とを備えている。

ここで、第1の局側LD12および第2の局側LD15はカプラ16に接続され、このカプラ16には局側WDMカプラ13が接続されている。また、局側PD11は局側WDMカプラ13に接続され、この局側WDMカプラ13にはPLCスプリッタ14が接続されている。次に、加入者側WDMカプラ5の第2のコ

ネクタ 5 7 は加入者側 P D 2 1 に、第 3 のコネクタ 5 8 は加入者側 L D 2 2 にそれぞれ接続されている。また、加入者側 WDM カプラ 5 の第 1 のコネクタ 5 6 はアダプタ 2 6 に接続され、このアダプタ 2 6 には第 4 のコネクタ 2 4 が接続されている。さらに、第 4 のコネクタ 2 4 には光伝送路 3 を介して P L C スプリッタ 1 4 が接続されている。

このような構成の WDM 伝送システムにおいては、伝送路内のファイバブラッググレーティングとカプラが一体化されていることから、すなわち加入者側 WDM カプラ 5 の C O M ポートを構成する光ファイバのコアに第 1、第 2 の屈折率格子部 4 1 a、4 1 b が直列に形成されていることから、1. 5 5 nm 帯域の下り信号を遮断することができる。また、長波長領域側から入射する信号光は、スラント型のグレーティングにおいて反射され、当該反射光がコア 4 1 中に伝搬されないことから、遮断領域の反射を抑制することができる。

従って、本発明の WDM 伝送システムによれば、現用の F T T B システムを構成する光伝送路のアダプタやコネクタに、本発明の光ファイバ型カプラ 5 を着脱自在に接続することで、「映像配信」が不要の F T T H (F i b e r T o T h e H o m e) システムを簡易にかつ安価に構築することができる。

次に、「映像配信」が不要の F T T H システムを「映像配信」が必要の F T T H システムに切替える場合は、図 1 1 に示すように、本発明の光ファイバ型カプラ 5 に代えて従来の光ファイバ型カプラ 2 3 を接続し、第 1 のコネクタ 5 6 を第 2 のアダプタ 2 6 および第 5 のコネクタ 2 4 を介してフィルタ（またはカプラ）2 8 に接続し、このフィルタ（またはカプラ）2 8 に、1. 5 5 μ m 帯域の下り信号を受信する第 2 の加入者側 P D 2 7 を接続し、さらにフィルタ（またはカプラ）2 8 を第 6 のコネクタ 2 5 を介してアダプタ 2 6 に接続すればよい。

これにより、「映像配信」不要の F T T H システムを「映像配信」必要の F T T H システムに容易にかつ安価に切替えることができる。

なお、前述の実施例においては、第 1、第 2 の屈折率格子部 4 1 a、4 2 b を C O M ポート側に形成した場合について述べているが、1. 5 5 μ m ポート側に形成してもよい。

図 1 2 は、第 1 の実施例に係る第 1 種の Q S F B G、第 2 種の Q S F B G また

は第2の実施例に係る複数直列型FBGを用いたSC形光PADコネクタの縦断面図を示している。同図において、SC形光PADコネクタは、ハウジング7を備えており、このハウジング7内の一端部側の中心部にはフェルール8が配設されている。そして、このフェルール8内には、前述の第1種のQSFBG、第2種のQSFBGまたは複数直列型FBGの何れかが装着されている。この実施例では複数直列型FBG9が装着されている。なお、この光コネクタの一端部側は雄形構成とされ、他端部側は雌形構成とされている。

この実施例によれば、複数直列型FBG9などがフェルールに実装され、プラグタイプとされていることから、当該光コネクタを光伝送路に配設された他のコネクタに着脱自在に接続することができ、ひいては、WDM伝送システムを簡易にかつ安価に構築することができる。また、COMポートの先端部に当該光コネクタを接続した場合においては、当該光コネクタを光伝送路の光ネットワーク装置側に配設されたコネクタに着脱自在に接続することができる。

15 産業上の利用の可能性

以上の説明から明らかなように、本発明のQSFBGによれば、1段のFBGで、FBGとSFBGの間隔的な特性を有すると共に、FBGの機能とSFBGの機能の複合により高い遮断量を確保することができる。また、本発明の複数直列型FBGによれば、Bragg波長近傍の帯域外反射が小さく、多重反射をクラッドモードに変換し、ひいてはビートの発生を抑制することができる。さらに、本発明の光ファイバ型カプラによれば、光ファイバ型カプラを構成するCOMポートに、本発明のQSFBGまたは複数直列型FBGを備えていることから、高い遮断量を確保できると共に、WDM伝送システムを簡易にかつ安価に構築することができる。また、本発明の光コネクタによれば、本発明のQSFBGまたは複数直列型FBGがフェルールに実装されプラグタイプとされていることから、高い遮断量を確保できると共に、当該光コネクタを光伝送路に配設された他のコネクタに着脱自在に接続することができ、ひいては、WDM伝送システムを簡易にかつ安価に構築することができる。

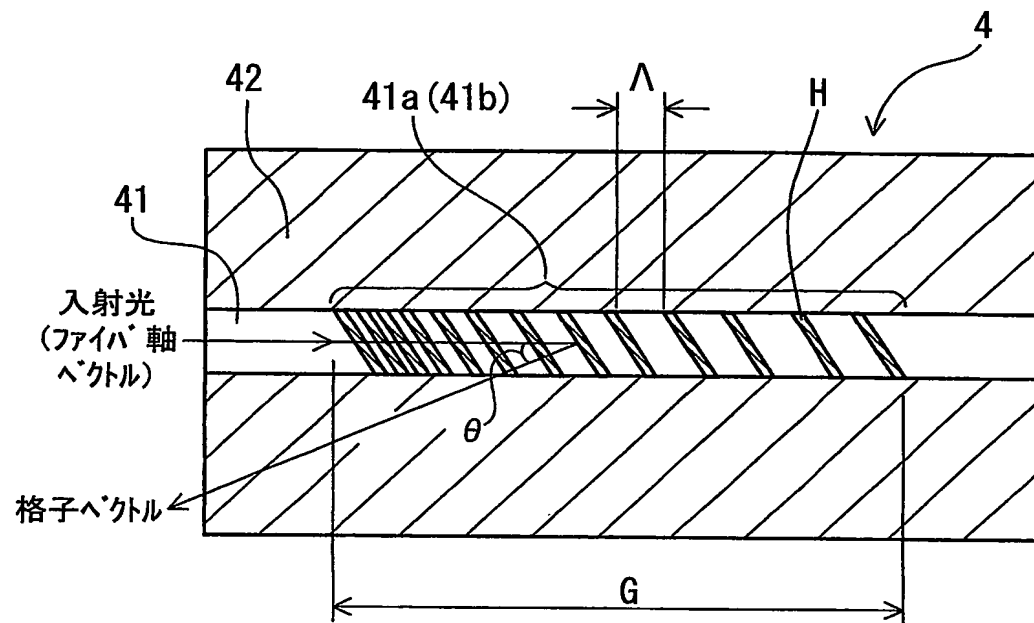
請求の範囲

1. 光ファイバのコアに、ファイバ主軸に対してグレーティングの格子ベクトルが傾斜する如く作成され、入射光を90%以上の反射率で選択的に反射し、かつクラッドモードへの結合による損失を5 dB未満にする第1の屈折率格子部を備えることを特徴とする擬スラント型ファイバブラッググレーティング。
5
2. 光ファイバのコアに、ファイバ主軸に対してグレーティングの格子ベクトルが傾斜する如く作成され、入射光を10%以上の反射率で選択的に反射し、かつクラッドモードへの結合による損失を5 dB以上にする第2の屈折率格子部を備えることを特徴とする擬スラント型ファイバブラッググレーティング。
- 10 3. 光ファイバのコアに、ファイバ主軸に対してグレーティングの格子ベクトルが平行になる如く作成され、入射光を実質的に100%の反射率で選択的に反射し、かつクラッドモードへの結合による損失を5 dB未満にする第3の屈折率格子部が形成され、この第3の屈折率格子部と直列に、ファイバ主軸に対してグレーティングの格子ベクトルが傾斜する如く作成され、入射光を10%未満の反射
15 率で選択的に反射し、かつクラッドモードへの結合による損失を5 dB以上にする第4の屈折率格子部、請求項1記載の第1の屈折率格子部または請求項2記載の第2の屈折率格子部のうち少なくとも何れか一つの屈折率格子部が形成されていることを特徴とする複数直列型ファイバブラッググレーティング。
4. 光ファイバのコアに、請求項3記載の第4の屈折率格子部が形成され、この
—20— 第4の屈折率格子部と直列に、請求項1記載の第1の屈折率格子部、請求項2記載の第2の屈折率格子部、請求項3記載の第3の屈折率格子部または請求項3記載の第4の屈折率格子部のうち少なくとも何れか一つの屈折率格子部が形成されていることを特徴とする複数直列型ファイバブラッググレーティング。
5. 光ファイバのコアに、請求項1記載の第1の屈折率格子部が形成され、この
25 第1の屈折率格子部と直列に、請求項1記載の第1の屈折率格子部、請求項2記載の第2の屈折率格子部、請求項3記載の第3の屈折率格子部または請求項3記載の第4の屈折率格子部のうち少なくとも何れか一つの屈折率格子部が形成されていることを特徴とする複数直列型ファイバブラッググレーティング。
6. 光ファイバのコアに、請求項2記載の第2の屈折率格子部が形成され、この

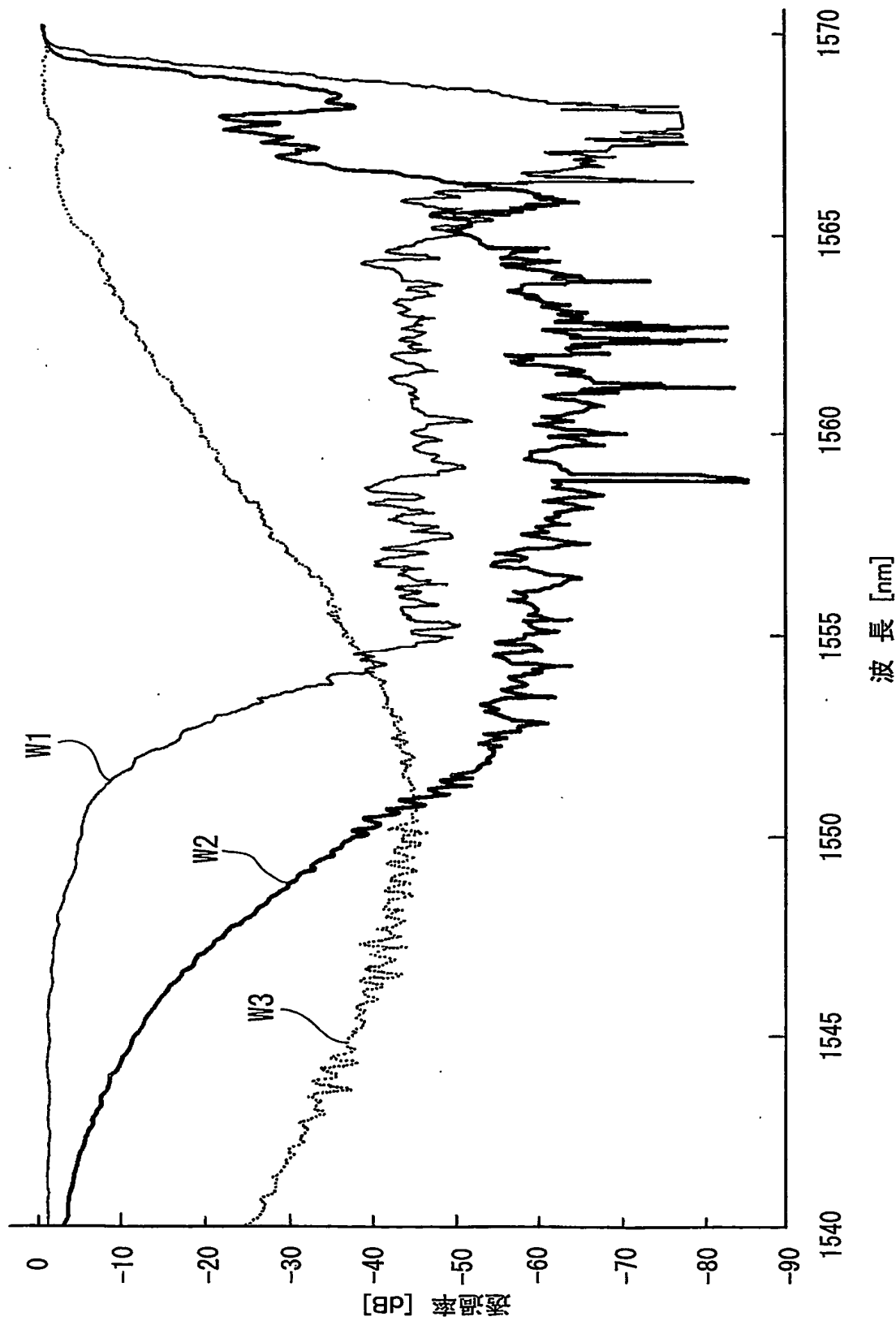
第2の屈折率格子部と直列に、請求項1記載の第1の屈折率格子部、請求項2記載の第2の屈折率格子部、請求項3記載の第3の屈折率格子部または請求項3記載の第4の屈折率格子部のうち少なくとも何れか一つの屈折率格子部が形成されていることを特徴とする複数直列型ファイバブラッググレーティング。

- 5 7. 光ファイバのコアに、所定のスラント角を有する請求項1記載の第1の屈折率格子部または請求項2記載の第2の屈折率格子部が形成され、この第1の屈折率格子部または第2の屈折率格子部と直列に、前記スラント角と逆符号のスラント角を有する前記第1の屈折率格子部または前記第2の屈折率格子部が形成されていることを特徴とする複数直列型ファイバブラッググレーティング。
- 10 8. ポートを有する光ファイバ型カプラにおいて、前記ポートは、請求項1若しくは請求項2記載の擬スラント型ファイバブラッググレーティングまたは請求項3乃至請求項7の何れか記載の複数直列型ファイバブラッググレーティングを備えていることを特徴とする光ファイバ型カプラ。
- 15 9. 光コネクタ中に、請求項1若しくは請求項2記載の擬スラント型ファイバブラッググレーティングまたは請求項3乃至請求項7の何れか記載の複数直列型ファイバブラッググレーティングが実装されていることを特徴とする光コネクタ。

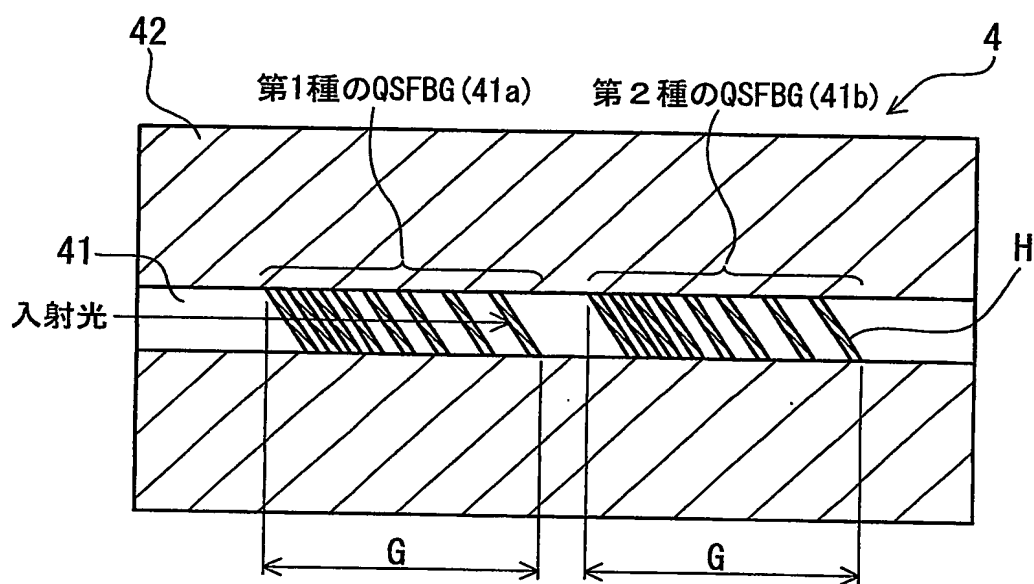
第 1 図



第 2 図

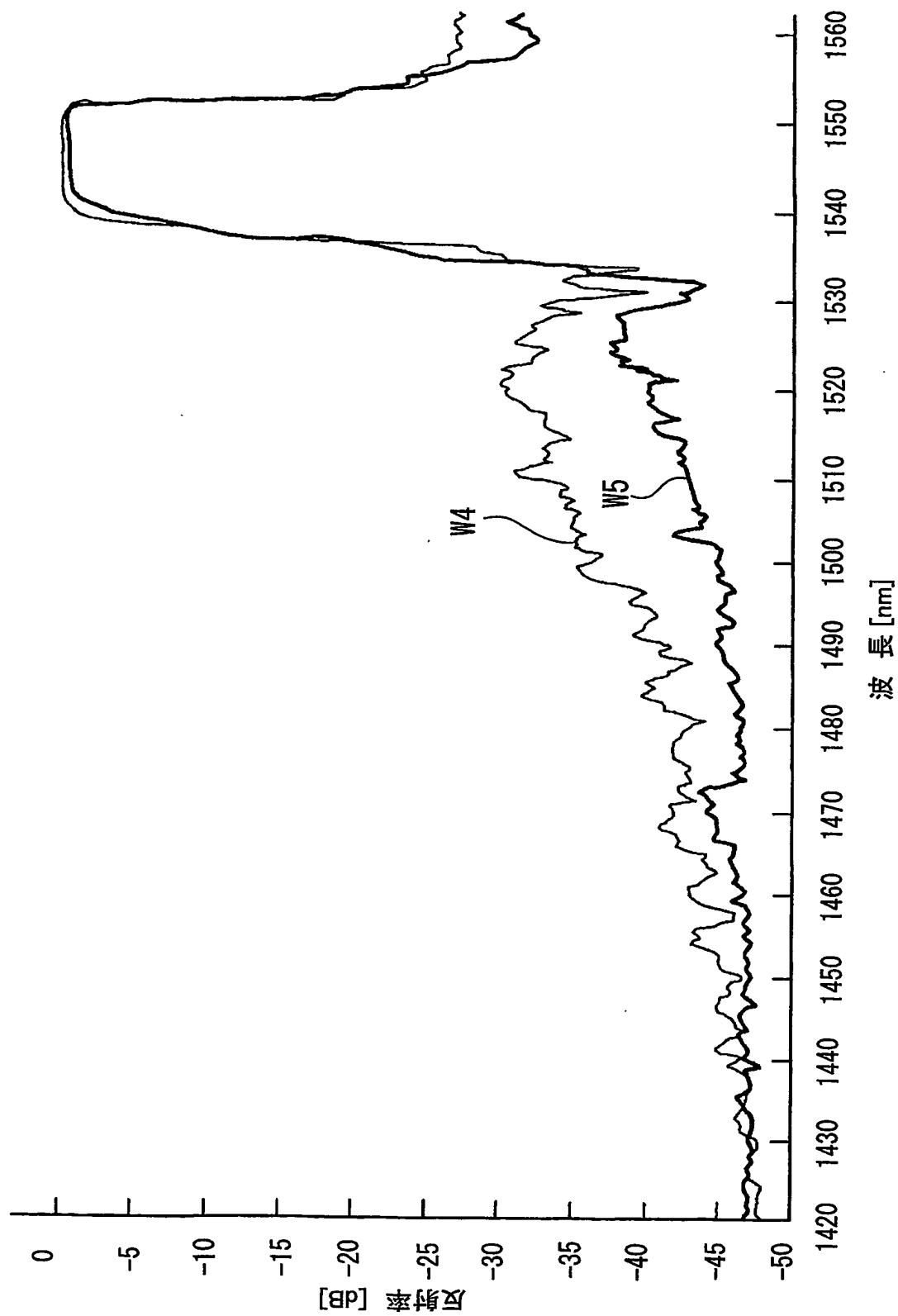


第 3 図

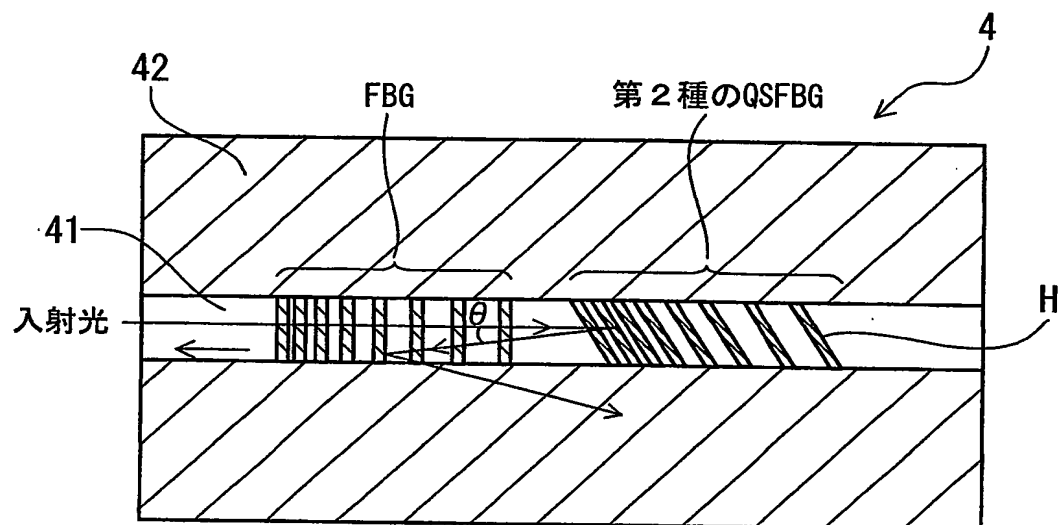


4 / 10

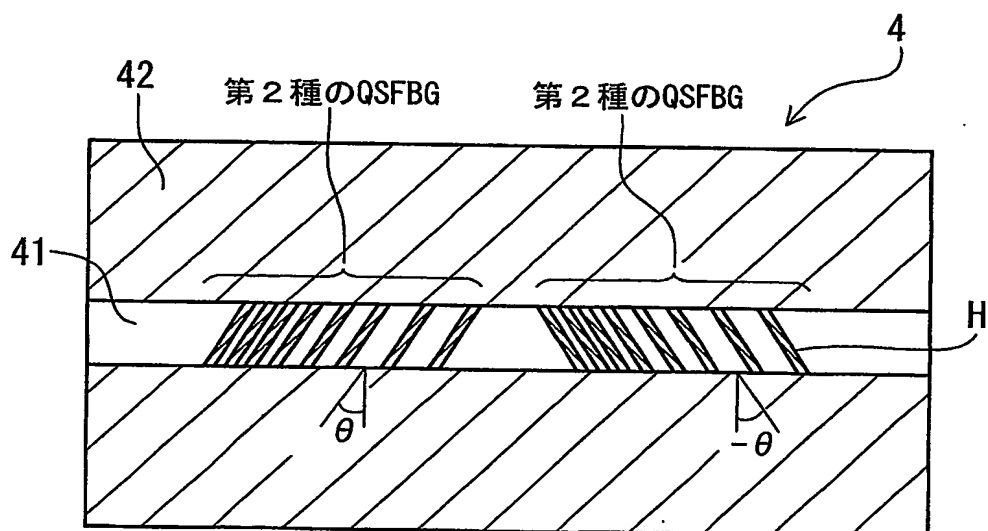
第 4 図



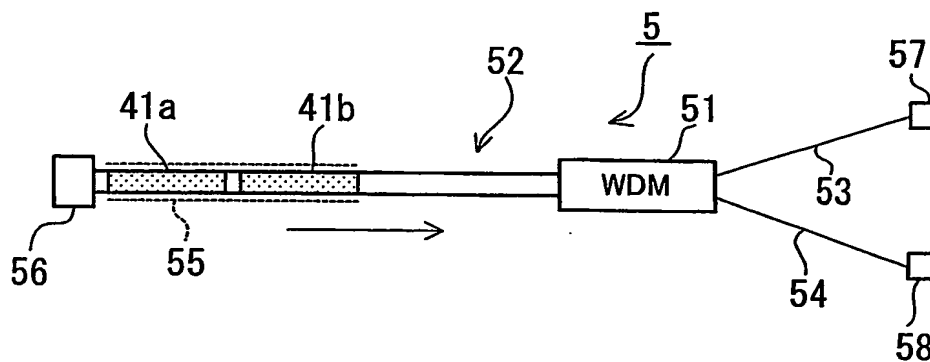
第 5 図



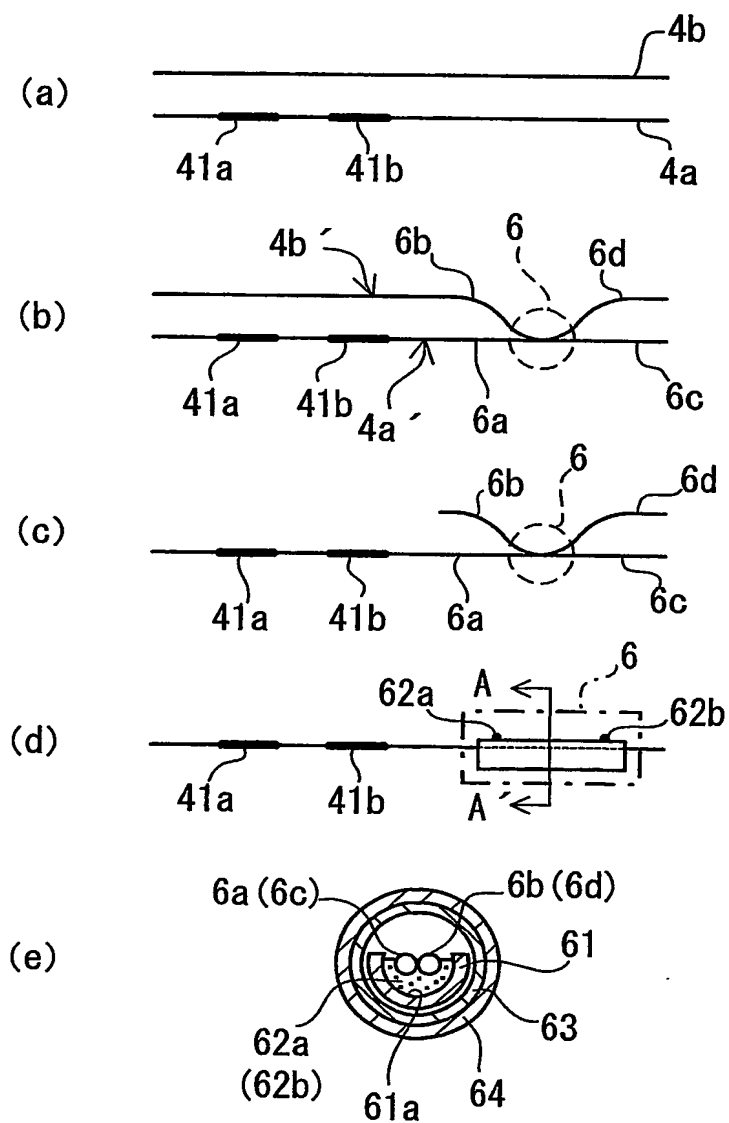
第 6 図



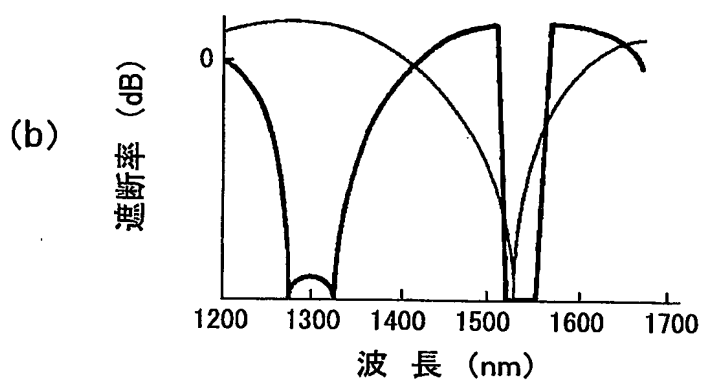
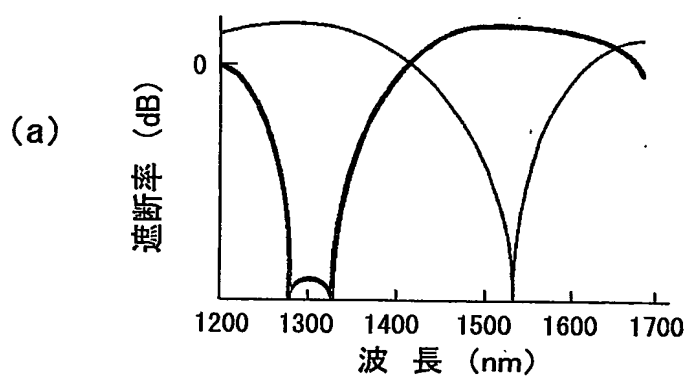
第 7 図



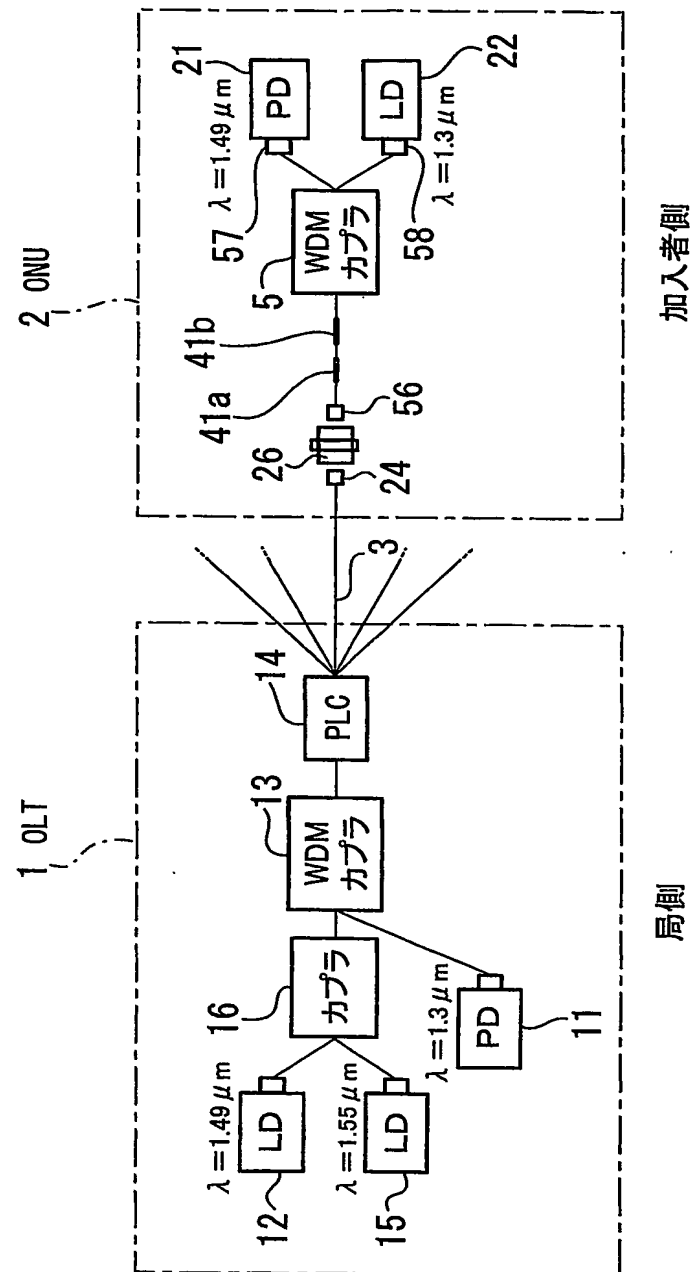
第 8 図



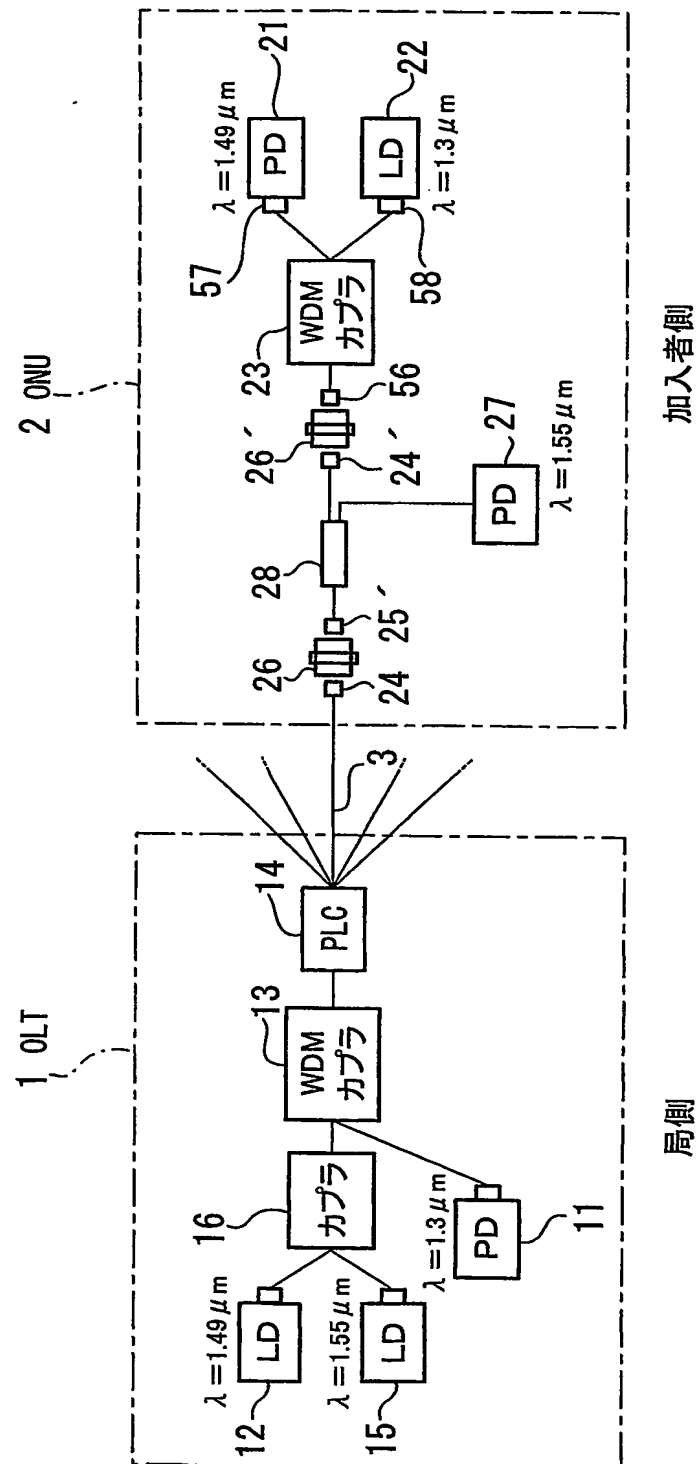
第 9 図



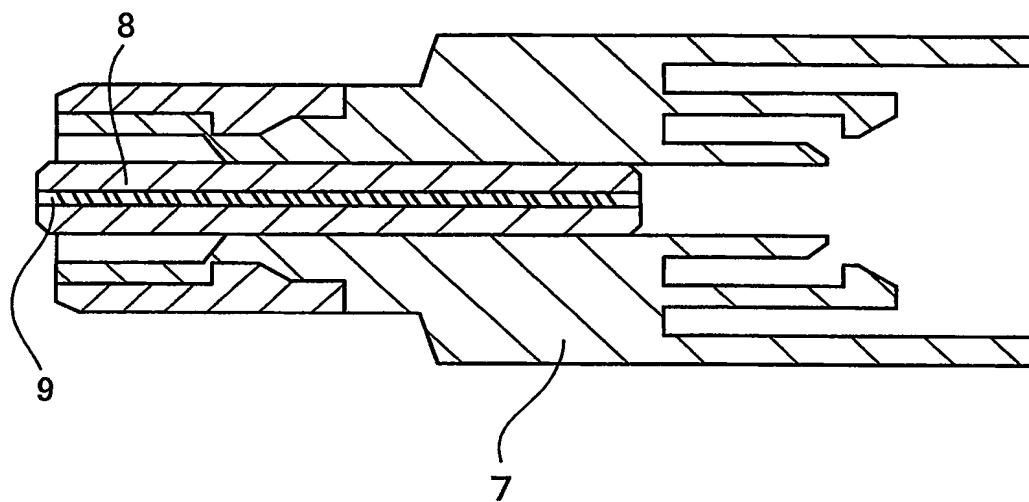
第 10 図



第 11 図



第 12 図



JP03/10571

Int.Cl⁷ G02B6/10

Int.Cl⁷ G02B6/10

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	MOREY W.W. et al., Mode-coupling characteristics of UV-written Bragg gratings in depressed-cladding fibre., In: ELECTRONICS LETTERS, 28th April, 1994, Vol.30, No.9, pages 730 to 732	1,3-6,8,9
Y	WO 99/27401 A1 (MINNESOTA MINING AND MANUFACTURING CO.), 03 June, 1999 (03.06.99), Full text; all drawings; particularly, Figs. 7(a) to (c) & US 6005999 A & JP 2001-524689 A & CN 1279770 T	1-6,8,9

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* "A"	Special categories of cited documents: document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E"	earlier document but published on or after the international filing date
"L"	document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P"	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T"	later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&"	document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
27 November, 2003 (27.11.03)

Date of mailing of the international search report
09 December, 2003 (09.12.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

JP03/10571

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 10-160949 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.), 19 June, 1998 (19.06.98), Full text; all drawings; particularly, Par. Nos. [0028], [0029]; Figs. 7 to 9 (Family: none)	1-6, 8, 9
Y	EP 1160594 A1 (LUCENT TECHNOLOGIES INC.), 05 December, 2001 (05.12.01), Full text; all drawings; particularly, Claims 1, 2; Figs. 4, 6 & JP 2002-48929 A & DE 60001812 D & KR 1109160 A & US 6427041 B1	2-6, 8, 9
Y	US 6292606 B1 (ALCATEL), 18 September, 2001 (18.09.01), Full text; all drawings; particularly, column 8, lines 19 to 27 & EP 962790 A1 & FR 2779239 A1 & JP 2000-9941 A	2-6, 8, 9
Y	RIANT I. et al., New and efficient technique for suppressing the peaks induced by discrete cladding mode coupling in fiber slanted Bragg grating spectrum., In: Technical Digest of OFC 2000, TuH3, pages 118 to 120	2-6, 8, 9
Y	JP 2001-51134 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.), 23 February, 2001 (23.02.01), Full text; all drawings; particularly, Par. No. [0033]; Fig. 11 (Family: none)	2-6, 8, 9
Y	WO 01/98803 A1 (Fujikura Ltd.), 27 December, 2001 (27.12.01), Full text; all drawings; particularly, Figs. 25(a), (b), 26(a), (b) & GB 2379031 A	2-6, 8, 9
Y	Maki OMURA et al., "Fiber Grating-gata Kotaiiki Shadan Filter", Denshi Tsushin Gakkai Gijutsu Kenkyu Hokoku, Vol.101, No.583, (PS2001 78-94), pages 83 to 88	3-6, 8, 9
Y	US 6321008 B1 (ALCATEL), 20 November, 2001 (20.11.01), Full text; all drawings; particularly, column 8, lines 15 to 32 & JP 2000-266945 A & EP 1022595 A1 & FR 2779237 A1	3-6, 8, 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

JP03/10571

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KASHYAP R. et al., WIDEBAND GAIN FLATTENED ERBIUM FIBRE AMPLIFIER USING A PHOTOSENSITIVE FIBRE BLAZED GRATING, In: ELECTRONICS LETTERS, 21 January, 1993 (21.01.93), Vol.29, No.2, pages 154 to 156	3-6,8,9
	Akinori NIHONYANAGI et al., "Slant-gata Fiber Grating o Mochiita Ritoku Tokaki to Sono Shinraisei", Denshi Tsushin Gakkai Gijutsu Kenkyu Hokoku, Vol.102, No.88, (OPE2002 10-17), pages 1 to 4	
Y	Full text; all drawings; particularly, Figs. 2, 4	3-6,8,9
A	Full text; all drawings; particularly, Figs. 2, 4	7
Y	WO 97/26571 A2 (BRITISH TELECOMMUNICATIONS PLC.), 24 July, 1997 (24.07.97), Full text; all drawings; particularly, Fig. 15 & JP 2000-503414 A	3
Y	US 5717798 A (LUCENT TECHNOLOGIES INC.), 10 February, 1998 (10.02.98), Full text; all drawings & JP 10-104460 A & EP 829741 A2	8
Y	EP 774680 A1 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD., NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORP.), 21 May, 1997 (21.05.97), Column 14, line 52 to column 15, line 22; Figs. 4, 6 & JP 9-269435 A	9
A	JP 11-326666 A (Matsushita Research Institute Tokyo, Inc.), 26 November, 1999 (26.11.99), Full text; all drawings; particularly, Figs. 2, 5 (Family: none)	3

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G02B6/10

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G02B6/10

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

JOIS (JSTPLUS)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	MOREY W. W. et al. Mode-coupling characteristics of UV-written Bragg gratings in depressed-cladding fibre. In: ELECTRONICS LETTERS, 28th APRIL 1994, Vol. 30, No. 9, P. 730-732	1, 3-6, 8, 9
Y	WO 99/27401 A1 (MINNESOTA MINING AND MANUFACTURING COMPANY) 1999.06.03 全文、全図 (特に、第7図 (a) - (c)) & US 6005999 A & JP 2001-524689 A & CN 1279770 T	1-6, 8, 9

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

27. 11. 03

国際調査報告の発送日

09.12.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

吉田 英一

印

2K 3103

電話番号 03-3581-1101 内線 3253

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 10-160949 A (住友電気工業株式会社) 1998. 06. 19 全文, 全図 (特に、段落番号【0028】, 【0029】及び図7-9) (ファミリーなし)	1-6, 8, 9
Y	EP 1160594 A1 (LUCENT TECHNOLOGIES INC.) 2001. 12. 05 全文, 全図 (特に、請求項1, 請求項2, 第4図, 第6図) & JP 2002-48929 A & DE 60001812 D & KR 1109160 A & US 6427041 B1	2-6, 8, 9
Y	US 6292606 B1 (ALCATEL) 2001. 09. 18 全文, 全図 (特に、第8欄第19-27行) & EP 962790 A1 & FR 2779239 A1 & JP 2000-9941 A	2-6, 8, 9
Y	RIANT I. et al. New and efficient technique for suppressing the peaks induced by discrete cladding mode coupling in fiber slanted Bragg grating spectrum. In: Technical Digest of OFC 2000, TuH3, P. 118-120	2-6, 8, 9
Y	JP 2001-51134 A (住友電気工業株式会社) 2001. 02. 23 全文, 全図 (特に、段落番号【0033】, 図11) (ファミリーなし)	2-6, 8, 9
Y	WO 01/98803 A1 (株式会社フジクラ) 2001. 12. 27 全文, 全図 (特に、図25 (a) (b), 図26 (a) (b)) & GB 2379031 A	2-6, 8, 9
Y	大村真樹ほか、“ファイバグレーティング型広帯域遮断フィルタ”, 電子通信学会技術研究報告, Vol. 101, No. 583 (PS2001 78-94), P. 83-88	3-6, 8, 9
Y	US 6321008 B1 (ALCATEL) 2001. 11. 20 全文, 全図 (特に、第8欄第15-32行) & JP 2000-266945 A & EP 1022595 A1 & FR 2779237 A1	3-6, 8, 9
Y	KASHYAP R. et al. WIDEBAND GAIN FLATTENED ERBIUM FIBRE AMPLIFIER USING A PHOTSENSITIVE FIBRE BLAZED GRATING In: ELECTRONICS LETTERS, 21 JANUARY 1993, Vol. 29, No. 2, P. 154-156	3-6, 8, 9

C (続き). 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	二本柳明展ほか, “スラント型ファイバグレーティングを用いた利得等化器とその信頼性”, 電子通信学会技術研究報告, Vol. 102, No. 88 (OPE2002-10-17), P. 1-4 全文, 全図 (特に、図2, 図4) 全文, 全図 (特に、図2, 図4)	3-6, 8, 9 7
Y	WO 97/26571 A2 (BRITISH TELECOMMUNICATIONS PUBLIC LIMITED COMPANY) 1997. 07. 24 全文, 全図 (特に、第15図) & JP 2000-503414 A	3
Y	US 5717798 A (LUCENT TECHNOLOGIES INC.) 1998. 02. 10 全文, 全図 & JP 10-104460 A & EP 829741 A2	8
Y	EP 774680 A1 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD., NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 1997. 05. 21 第14欄第52行-第15欄第22行、第4図および第6図 & JP 9-269435 A	9
A	JP 11-326666 A (松下技研株式会社) 1999. 11. 26 全文, 全図 (特に、図2, 図5) (ファミリーなし)	3